



TEORI ASAR LISTRIK DAN RANGKAIANNYA



Khusnul Yakin

Teori Dasar Listrik dan Rangkaianannya

Penulis:

Khusnul Yakin

ISBN:

978-623-7125-71-6

Copyright © Juli 2019

Ukuran: 15.5 cm X 23 cm ; Hal: xii + 202

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Pertama kali diterbitkan di Indonesia dalam Bahasa Indonesia oleh Literasi Nusantara. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Layout : Moh. Faizal Arifin

Cover : M. Rosyiful Aqli

Cetakan I, Juli 2019

Diterbitkan pertama kali oleh Literasi Nusantara

Perum Paradiso Kav A1 Junrejo - Batu

Telp: +6285887254603, +6285841411519

Email: penerbitlitnus@gmail.com

Web: www.penerbitlitnus.com

Anggota IKAPI No. 209/JTI/2018

Didistribusikan oleh CV. Literasi Nusantara Abadi

Jl. Sumedang No. 319, Cepokomulyo, Kepanjen, Malang, 65163

Telp: +6285234830895

Email: redaksiliterasinusantara@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan potensi penulis sehingga mampu menggoreskan pena untuk bermanfaat kepada sesama. Potensi itulah yang menjadi modal manusia secara khusus penulis dalam menerima, menganalisis, dan mengembangkan ilmu pengetahuan. Serta tak lupa termasuk kemampuan penulis dalam menulis buku ini, sebagian besar adalah pengaruh potensi yang telah diberikan oleh Allah SWT. Semoga potensi ini, terus bisa kami kembangkan sehingga menghasilkan karya yang lebih baik dan banyak lagi sehingga dapat lebih banyak bermanfaat untuk agama dan negara yang kita cintai ini.

Sholawat serta salam kami curahkan kepada baginda Rasulullah SAW, manusia penuntun arah kehidupan sebagaimana yang telah dikehendaki Allah SWT. Tidak bisa kita pungkiri, perkembangan ilmu pengetahuan sampai saat ini dan seperti ini adalah hasil perjuangan beliau di dalam mengubah ideologi, akhlak, serta tindakan manusia sehingga terus menuju ke dalam kehidupan yang maju, berakhlak, dan kaya ilmu pengetahuan. Tulisan buku ini adalah salah satu sedikit percikan dari pengamalan ideologi dan sikap yang telah diajarkan beliau. Semoga senantiasa bermanfaat untuk kalangan yang membutuhkan serta dapat terus kami perbaiki sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Buku yang berjudul “Teori Dasar Listrik dan Rangkaianannya” adalah salah satu buku ilmu pengetahuan dasar bagi beberapa ranah jurusan di universitas. Sebut saja jurusan Fisika, Teknik Fisika, Elektronika, Teknik Mesin, dll. Begitu banyaknya para pencari ilmu yang membutuhkan materi tentang listrik ini, membuat penulis bersemangat dalam menyajikan materi listrik ini lebih sederhana tapi

tidak menghilangkan kedalaman materi tersebut. Memang sudah ada beberapa buku tentang rangkaian listrik yang sudah beredar, namun buku ini lebih menata kembali susunan materi sehingga lebih berurutan dan mudah dipelajari. Selain itu, buku ini juga dibuat berdasarkan proses berpikir yang sederhana yang disertai dengan contoh soal dan latihan soal sehingga para penuntut ilmu tidak kesulitan dalam memahami bahasa penulis. Buku yang sudah ada menjadi rujukan dan buku ini menjadi pelengkap sumber-sumber materi tentang listrik yang sudah ada.

Penulis berterimakasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak akan terbitnya buku ini. Terutama untuk kedua orang tua saya Bapak Rozikan dan Ibu Rukmini serta adik saya Hidayatul Ilmiyah yang tanpa henti memberikan dukungan dalam segala hal kepada penulis. Istri saya Vinandita Irani Putri yang selalu menemani dalam proses penulisan, anak saya Ghufaira Sina Hafidzah yang menjadi sumber kebahagiaan kami. Serta teman-teman dosen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang yang menjadi teman diskusi dan sumber inspirasi penulis.

8 Juli 2019
Khusnul Yakin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 BESARAN-BESARAN LISTRIK	
1.1 Arus Listrik.....	1
1.2 Hambatan Konduktor.....	4
1.3 Sumber Tegangan Listrik	7
1.4 Daya Listrik	9
1.5 Energi Listrik.....	14
BAB 2 TEORI DASAR LISTRIK	
2.1 Hukum Ohm	21
2.2 Rangkaian Resistor Seri	23
2.3 Rangkaian Resistor Paralel.....	25
2.4 Rangkaian Resistor Campuran.....	29
2.5 Hukum Kirchhoff	32
2.6 Analisis Rangkaian dengan Node	38
BAB 3 ELEMEN-ELEMEN RANGKAIAN LISTRIK	
3.1 Sumber Tegangan DC.....	45
3.2 Sumber Tegangan AC.....	47
3.3 Resistor	49
3.4 Kapasitor.....	50
3.5 Induktor	55
BAB 4 LISTRIK BOLAK-BALIK (AC)	
4.1 Fungsi Periodik	63
4.2 Konsep Fasor	69
4.3 Bilangan Kompleks	70
4.4 Karakteristik Arus dan Tegangan Sinusoidal Bentuk Kompleks	71
4.5 Pengaruh Listrik AC pada Elemen Resistor (R).....	72
4.6 Pengaruh Listrik AC pada Elemen Induktor (L)	74
4.7 Pengaruh Listrik AC pada Elemen Kapasitor (C).....	76
4.8 Rangkaian RL Seri	79

4.9 Rangkaian RC Seri.....	83
4.10 Rangkaian RLC Seri.....	87
4.11 Rangkaian RL Paralel.....	91
4.12 Rangkaian RC Paralel	94
4.13 Rangkaian RLC Paralel.....	96

BAB 5 DAYA RANGKAIAN RLC

5.1 Daya Sesaat.....	103
5.2 Daya Rata-Rata.....	104
5.3 Daya Kompleks.....	112
5.4 Segitiga Daya.....	113
5.5 Faktor Daya	118

BAB 6 FREKUENSI KOMPLEKS DAN FUNGSI TRANSFER

6.1 Macam-Macam Sinyal Sinusoidal	129
6.2 Penulisan Fasor Frekuensi Kompleks.....	133
6.3 Impedansi Frekuensi Kompleks.....	133
6.4 Fungsi Transfer	135

BAB 7 RESPON FREKUENSI

7.1 Respon Frekuensi pada Rangkaian RL Seri.....	142
7.2 Respon Frekuensi pada Rangkaian RC Seri.....	147
7.3 Respon Frekuensi pada Rangkaian RLC Seri	152

BAB 8 RESONANSI RANGKAIAN

8.1 Resonansi Rangkaian RLC Seri.....	161
8.2 Resonansi Rangkaian RLC Paralel	162
8.3 Resonansi Rangkaian RL-C Paralel.....	165
8.4 Resonansi Rangkaian RC-L Paralel.....	167
8.5 Resonansi Rangkaian LC-R Paralel.....	168
8.6 Resonansi Rangkaian L Seri dengan CR Paralel	169
8.7 Resonansi Rangkaian C Seri dengan LR Paralel	170
8.8 Resonansi Rangkaian R Seri dengan CL Paralel	171
8.9 Resonansi Rangkaian RC-RL Paralel	173
8.10 Faktor Kualitas (Q)	176
8.11 Faktor Kualitas Rangkaian RL Seri	176
8.12 Faktor Kualitas Rangkaian RC Seri.....	177
8.13 Faktor Kualitas Rangkaian Paralel.....	179

BAB 9 TRANSFORMATOR

9.1 Prinsip Kerja Transformator 184

9.2 Transformator Tanpa Beban 187

9.3 GGL Induksi pada Transformator 192

9.4 Transformator dengan Beban 195

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan antara arus dan waktu	2
Gambar 1.2 Potongan bahan konduktor.....	4
Gambar 1.3 Aliran arus akibat sumber tegangan DC.....	7
Gambar 1.4 Aliran arus akibat sumber tegangan AC.....	8
Gambar 1.5 Lampu dengan spesifikasi tertentu.....	10
Gambar 1.6 Alur pengiriman daya listrik	11
Gambar 1.7 Kompor listrik	15
Gambar 2.1. Rangkaian satu tertutup	21
Gambar 2.2. Rangkaian resistor seri.....	23
Gambar 2.3. Rangkaian resistor paralel.....	25
Gambar 2.4. Rangkaian resistor campuran	29
Gambar 2.5. Ilustrasi instalasi listrik pada suatu rumah.....	33
Gambar 2.6. Satu rangkaian tertutup	33
Gambar 2.7. Rangkaian dua loop tertutup	34
Gambar 2.8. Rangkaian dua loop dengan node A dan B	38
Gambar 3.1 Aliran elektron pada baterai	45
Gambar 3.2 Grafik tegangan dan arus sumber tegangan DC.....	46
Gambar 3.3 Ilustrasi prinsip kerja sumber tegangan AC	47
Gambar 3.4 Medan magnet yang menembus sebuah bidang	48
Gambar 3.5 Perubahan nilai tegangan terhadap sudut.....	48
Gambar 3.6 Kapasitor keping sejajar.....	50
Gambar 3.7 Rangkaian kapasitor dengan baterai	50
Gambar 3.8 Rangkaian seri kapasitor	51
Gambar 3.9 Rangkaian kapasitor paralel.....	52
Gambar 3.10 (a) Rangkaian kapasitor dan baterai, (b) Rangkaian terbuka	53
Gambar 3.11 Konstruksi elemen listrik induktor	55
Gambar 3.12 Rangkaian seri induktor	56
Gambar 3.13 Rangkaian paralel induktor.....	57
Gambar 3.14 (a) Induktor dirangkai dengan sumber tegangan DC, (b) Sifat induktor seperti konduktor tanpa hambatan	58

Gambar 4.1 Aliran elektron pada baterai	64
Gambar 4.2 Bentuk gelombang AC sebagai fungsi cosinus	64
Gambar 4.3 Bentuk gelombang AC sebagai fungsi gergaji.....	64
Gambar 4.4 Bentuk gelombang AC sebagai fungsi kotak.....	65
Gambar 4.5 Koordinat kartesian	70
Gambar 4.6 Koordinat polar	70
Gambar 4.7 Rangkaian resistor dengan sumber listrik AC.....	73
Gambar 4.8 Nilai tegangan dan arus pada resistor.....	73
Gambar 4.9 Rangkaian induktor dengan sumber tegangan AC ...	74
Gambar 4.10 Bentuk arus dan tegangan yang melewati elemen induktor	75
Gambar 4.11 Rangkaian kapasitor dengan sumber tegangan AC	77
Gambar 4.12 Bentuk arus dan tegangan yang melewati elemen kapasitor.....	77
Gambar 4.13 Rangkaian seri resistor dan induktor.....	80
Gambar 4.14 Koordinat polar impedansi RL seri.....	81
Gambar 4.15 Rangkaian seri resistor dan kapasitor.....	83
Gambar 4.16 Koordinat polar impedansi RC seri	84
Gambar 4.17 Rangkaian RLC seri	87
Gambar 4.18 Koordinat polar impedansi RLC seri	88
Gambar 4.19 Rangkaian RL paralel.....	91
Gambar 4.20 Rangkaian RC paralel.....	94
Gambar 4.21 Rangkaian RLC paralel	96
 Gambar 5.1 Hubungan tegangan, arus, dan daya resistor (ket: tegangan (merah), arus (biru), daya (hitam sinusoidal), dan daya rata-rata (hitam lurus))	105
Gambar 5.2 Hubungan tegangan, arus, dan daya induktor (ket: tegangan (merah), arus (biru), daya (hitam sinusoidal), dan daya rata-rata (hitam lurus))	107
Gambar 5.3 Hubungan tegangan, arus, dan daya kapasitor (ket: tegangan (merah), arus (biru), daya (hitam sinusoidal), dan daya rata-rata (hitam lurus)).....	108
Gambar 5.4 Segitiga daya listrik AC	113
Gambar 5.5 Arus <i>lagging</i> (tertinggal) terhadap tegangan	114

Gambar 5.6 Arus <i>leading</i> (mendahului) terhadap tegangan	115
Gambar 5.7 Perubahan nilai daya reaktif	118
Gambar 5.8 Elemen resistor dirangkai seri dengan induktor.....	119
Gambar 5.9 Elemen induktor dan kapasitor dirangkai secara seri	119
Gambar 5.10 Perubahan segitiga daya akibat elemen kapasitor paralel.....	120
Gambar 5.11 Perubahan segitiga daya akibat elemen kapasitor paralel.....	121
Gambar 5.12 Perubahan segitiga daya akibat elemen induktor paralel.....	121
Gambar 6.1 Sinyal tegangan konstan	129
Gambar 6.2 Sinyal tegangan sinusoidal murni	130
Gambar 6.3 Sinyal tegangan eksponensial positif.....	131
Gambar 6.4 Sinyal tegangan eksponensial negatif.....	131
Gambar 6.5 Sinyal sinusoidal dengan redaman positif	132
Gambar 6.6 Sinyal sinusoidal dengan redaman negatif	132
Gambar 7.1 Rangkaian RL seri dengan R sebagai uotput.....	142
Gambar 7.2 Nilai respon frekuensi RL seri dengan R sebagai output	143
Gambar 7.3 Fase respon frekuensi RL seri dengan R sebagai output	143
Gambar 7.4 Rangkaian RL seri dengan L sebagai uotput	144
Gambar 7.5 Nilai respon frekuensi RL seri dengan L sebagai output	145
Gambar 7.6 Fase respon frekuensi RL seri dengan L sebagai output	145
Gambar 7.7 Rangkaian RC seri dengan R sebagai output	147
Gambar 7.8 Nilai respon frekuensi RC seri dengan R sebagai output	148
Gambar 7.9 Fase respon frekuensi RC seri dengan R sebagai output	148
Gambar 7.10 Rangkaian RC seri dengan C sebagai output	149

Gambar 7.11 Nilai respon frekuensi RC seri dengan C sebagai output	150
Gambar 7.12 Fase respon frekuensi RC seri dengan C sebagai output	150
Gambar 7.13 Rangkaian RLC seri dengan R sebagai outputnya.	152
Gambar 7.14 Nilai respon frekuensi RLC seri dengan R sebagai output	153
Gambar 7.15 Fase respon frekuensi RLC seri dengan R sebagai output	153
Gambar 7.16 Rangkaian RLC seri dengan LC sebagai outputnya	154
Gambar 7.17 Nilai respon frekuensi RLC seri dengan LC sebagai output	155
Gambar 7.18 Fase respon frekuensi RLC seri dengan LC sebagai output	156
Gambar 8.1 Rangkaian impedansi RLC seri.....	161
Gambar 8.2 Rangkaian impedansi RLC paralel.....	162
Gambar 8.3 Rangkaian RL-C paralel	166
Gambar 8.4 Rangkaian RC-L paralel	167
Gambar 8.5 Rangkaian RC-L paralel	168
Gambar 8.6 Rangkaian L seri dengan CR paralel.....	169
Gambar 8.7 Rangkaian C seri dengan LR paralel.....	170
Gambar 8.8 Rangkaian R seri dengan CL paralel.....	171
Gambar 8.9 Rangkaian RC-RL paralel	173
Gambar 9.1 Rangkaian penyusun transformator	183
Gambar 9.2 Fase arus dan tegangan pada trafo tanpa beban.....	188
Gambar 9.3 Fase arus dan tegangan primer dan sekunder	188
Gambar 9.4 Fase arus primer.....	189
Gambar 9.5 Komponen arus primer.....	190
Gambar 9.6 Transformator dengan beban.....	195
Gambar 9.7 Diagram fasor transformator dengan beban.....	196

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Persamaan tegangan dengan persamaan arus sinusoidal 72

Tabel 4.2 Persamaan arus dengan persamaan tegangan sinusoidal 72